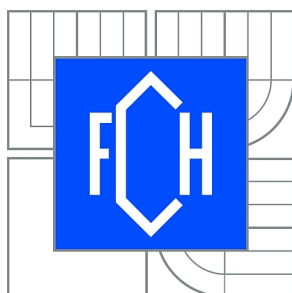




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

ZPRACOVÁNÍ ZELENINY A VÝROBA KEČUPU

VEGETABLE PROCESSING AND PRODUCTION OF KETCHUP

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

NIKOLA POPELOVÁ

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘINA OMELKOVÁ, CSc.

BRNO 2015



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce:	FCH-BAK0896/2014	Akademický rok: 2014/2015
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka):	Nikola Popelová	
Studijní program:	Chemie a technologie potravin (B2901)	
Studijní obor:	Potravinářská chemie (2901R021)	
Vedoucí práce	doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.	
Konzultanti:		

Název bakalářské práce:

Zpracování zeleniny a výroba kečupu

Zadání bakalářské práce:

1. Vypracujte literární přehled k dané problematice
2. Popište použité metody hodnocení
3. Zpracujte naměřené výsledky z experimentů
4. Zhodnoťte získané výsledky formou diskuse

Termín odevzdání bakalářské práce: 22.5.2015

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Nikola Popelová
Student(ka)

doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.
Vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.
Ředitel ústavu

V Brně, dne 30.1.2015

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem teoretické části této bakalářské práce je popsat zpracování zeleniny a technologii výroby kečupu.

Experimentální část je rozdělena na dvě části. V první části byl kečup podroben chemické analýze. Za tímto účelem byly odebírány šarže kečupů, u kterých byla sledována refrakce, obsah soli a kyselin, pH, barva a konzistence. V druhé části byla u vybraných výrobků zakoupených v obchodní síti provedena mikrobiologická analýza, která zahrnovala stanovení mikrobiologické nezávadnosti hotového výrobku, vliv teploty prostředí na skladování kečupu, kontaminaci hotového výrobku mikroorganismy a vliv přítomnosti hotového výrobku na růst vybraných mikroorganismů při plotnovém testu.

Výsledky získané laboratorním rozbořem vyhovovaly požadovaným hodnotám a potvrdily jak kvalitu vstupních surovin, tak i správnou výrobní a laboratorní praxi v daném výrobním zařízení.

ABSTRACT

The aim of the theoretical part of this bachelor thesis is describe vegetable processing and production of ketchup.

The experimental part is divided into two parts. In the first part ketchup was subjected to the chemical analysis. Batches of ketchups were taken. Refraction, salt content, acid content, pH, colour and consistency were measured in those batches. In the second part the microbiological analysis was performed in products which were bought in a shop. The microbiological analysis included determination of the microbiological sanitarness of the final product, effect of ambient temperature on storage ketchup, contamination of the final product by microorganisms and effect of the final product on the growth of selected microorganisms.

Results obtained by laboratory analysis suited required values and confirmed the quality of raw material and good manufacturing and laboratory practices.

KLÍČOVÁ SLOVA

zelenina, látkové složení zeleniny, zpracování zeleniny, kečup

KEYWORDS

vegetable, chemical composition of vegetable, vegetable processing, ketchup

POPELOVÁ, N. *Zpracování zeleniny a výroba kečupu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2015. 48 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....
Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji doc. Ing. Jiřině Omelkové, CSc. za odborné vedení a všestrannou pomoc při realizaci této bakalářské práce.

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	9
2.1	Dělení zeleniny.....	9
2.1.1	Košťálová zelenina.....	9
2.1.2	Kořenová zelenina.....	9
2.1.3	Plodová zelenina	9
2.1.4	Cibulová zelenina.....	9
2.1.5	Lusková zelenina.....	10
2.1.6	Listová a stonková zelenina	10
2.2	Látkové složení zeleniny.....	10
2.2.1	Voda	10
2.2.2	Alkoholy, aldehydy a ketony	10
2.2.3	Jednodušší cukry	10
2.2.4	Polysacharidy	11
2.2.5	Heteroglykosidy	11
2.2.6	Pektinové látky.....	11
2.2.7	Kyseliny	11
2.2.8	Tuky	11
2.2.9	Bílkoviny	12
2.2.10	Pachové látky	12
2.2.11	Barviva	12
2.2.12	Vitaminy.....	12
2.2.13	Minerální látky	14
2.2.14	Plyny.....	15
2.3	Zpracování zeleniny	16
2.3.1	Předběžné technologické operace	16
2.3.2	Výroba sterilované zeleniny – výrobky v kyselém nálevu.....	18
2.3.3	Výroba sterilované zeleniny – výrobky ve slaném nálevu.....	18
2.3.4	Sušená zelenina	19
2.3.5	Zmrazovaná zelenina.....	19
2.3.6	Mléčně fermentovaná zelenina.....	20
2.3.7	Výroba macerované zeleniny	20

2.3.8	Výroba špenátového protlaku.....	21
2.3.9	Výroba rajčatového protlaku.....	21
2.3.10	Výroba kečupu	22
2.4	Mikrobiální kontaminace kečupu.....	22
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	24
3.1	Seznam použitého materiálu	24
3.1.1	Přístroje	24
3.1.2	Chemikálie	24
3.1.3	Analyzované vzorky.....	24
3.1.4	Kultivační média	25
3.1.5	Mikroorganismy	26
3.2	Chemická analýza	26
3.2.1	Stanovení refrakce.....	26
3.2.2	Kontrola obsahu NaCl.....	26
3.2.3	Kontrola obsahu kyselin.....	26
3.2.4	Stanovení pH	26
3.2.5	Měření barvy	27
3.2.6	Měření konzistence.....	27
3.3	Mikrobiologická analýza.....	27
3.3.1	Stanovení mikrobiologické nezávadnosti hotového výrobku	28
3.3.2	Vliv teploty prostředí na skladování kečupu	28
3.3.3	Kontaminace hotového výrobku mikroorganismy	28
3.3.4	Vliv přítomnosti hotového výrobku na růst vybraných mikroorganismů při plotnovém testu	28
4	VÝSLEDKY A DISKUZE	29
4.1	Výsledky chemické analýzy.....	29
4.1.1	Refraktometrická sušina	29
4.1.2	Obsah soli	30
4.1.3	Obsah kyselin	31
4.1.4	pH.....	32
4.1.5	Barva	33
4.1.6	Konzistence	34

4.2	Mikrobiologická analýza.....	35
4.2.1	Stanovení mikrobiologické nezávadnosti hotového výrobku	35
4.2.2	Vliv teploty prostředí na skladování kečupu.....	37
4.2.3	Kontaminace hotového výrobku mikroorganismy	39
4.2.4	Vliv přítomnosti hotového výrobku na růst vybraných mikroorganismů při plotnovém testu	41
5	ZÁVĚR.....	45
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	46
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	48

1 ÚVOD

Zelenina je nezbytnou součástí racionální výživy člověka. Je důležitá díky své nutriční hodnotě a zdravotním účinkům [1].

Vedle prodeje v čerstvém stavu se zelenina zpracovává v konzervářských provozech, čímž se zajišťuje její dlouhodobé uchování. Řada z těchto výrobků slouží jako polotovar pro přípravu jídel (především mrazená a sterilovaná zelenina) [2].

Prvním důležitým požadavkem potravinářského průmyslu je výběr co nejkvalitnější suroviny, jelikož kvalitní produkt nelze z nekvalitní suroviny vyrobit. Dalším důležitým požadavkem je dodržení kvality výrobních procesů.

Ke světově nejpěstovanější zelenině patří rajče, které se konzumuje hlavně syrové, ale z důvodu rychlého kažení se z něj vyrábí rajčatový džus, pyré nebo protlak, který je hlavní surovinou pro výrobu kečupu.

Kečup je zhruba dvakrát až čtyřikrát zahuštěný protlak. Chuť se upravuje přísadami soli, octa, sladidla a extraktů koření [3].

Kečup je jedno z nejběžnějších ochucovadel. Kromě základních živin, sacharidů a vlákniny obsahuje významné množství vitamínu C a lykopenu, který působí v těle člověka jako významný antioxidant [4]. Kečup musí obsahovat nejméně 25 % refraktometrické sušiny, z čehož by mělo nejméně 7 % refraktometrické sušiny pocházet z rajčat [5].

Před samotnou výrobou kečupu probíhá nejdříve kontrola kvality vstupních surovin. Senzorickým posouzením, chemickým a mikrobiologickým rozbořem se pak zjišťuje kvalita a nezávadnost vyrobeného kečupu, podle kterého lze konstatovat, zda kečup odpovídá požadavkům uvedeným v normě na kontrolu hotového výrobku.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Dělení zeleniny

Podle toho, kterou část zeleniny konzumujeme, ji dělíme na košťálovou, kořenovou, plodovou, cibulovou, luskovou, listovou a stonkovou [1].

2.1.1 Košťálová zelenina

Nejčastěji pěstované druhy košťálové zeleniny u nás jsou zelí, kapusta hlávková, kapusta růžičková, květák, brokolice a kedlubna. V České republice se nejvíce pěstuje zelí hlávkové. Spotřeba zelí u nás (14 kg na osobu za rok) je jednou z nejvyšších na světě [1].

2.1.2 Kořenová zelenina

Kořenová zelenina je druhá nejvýznamnější skupina zeleniny na našem trhu. Mezi nejvýznamnější kořenovou zeleninu patří mrkev, petržel, celer bulvový a pastinák. Ředkev, ředkvička, tuřín, vodnice a křen patří také k oblíbeným druhům. V posledních letech se také hodně konzumuje červená salátová řepa [1].

2.1.3 Plodová zelenina

Druhy plodové zeleniny jsou značně oblíbené. Jedná se o rajčata (Obrázek 1), papriky, okurky a vodní meloun. Produkce rajčat je dokonce na prvním místě ve světě. Další druhy plodové zeleniny, jako jsou meloun cukrový, lilek vejcoplodý, různé druhy a odrůdy tykví, artyčoky, okra a mochyň peruánská, jsou u nás méně rozšířeny [1].



Obrázek 1: Rajče jedlé [6]

2.1.4 Cibulová zelenina

Cibulová zelenina patří mezi pěstitelsky velmi oblíbenou zeleninu. Řadí se do ní cibule kuchyňská, šalotka, česnek kuchyňský a pór. Cibule je jedna z nejpěstovanějších zelenin v České republice. Spotřeba se drží na druhém místě za hlávkovým zelím [1].

2.1.5 Lusková zelenina

Pro naše pěstitele mají v současné době praktický význam pouze hrách a fazol. V České republice je nejrozšířenější hrách zahradní dřeňový, který se pěstuje pro zrna v mléčné zralosti. Bob zahradní je velmi málo pěstovanou luskovou zeleninou [1].

2.1.6 Listová a stonková zelenina

Pro listy se využívají salát hlávkový, listový, římský, endivie kadeřavá, eskariol, čekanka salátová hlávková, pekingské zelí, čínské zelí, špenát, pažitka, petržel naťová a celer naťový. Pro řapíky a metamorfované části řapíků a stonků se využívají celer řapíkatý, mangold, reveň vlnitá, fenykl sladký a chřest. Jedná se většinou o druhy, které u nás nejsou moc známé. Spotřeba listové a stonkové zeleniny je u nás nízká [1].

2.2 Látkové složení zeleniny

Součástí každé potraviny jsou základní suroviny, přísady a pomocné látky, které se skládají z různých chemických látek a sloučenin. Tyto chemické látky a sloučeniny tvoří kvalitativní a kvantitativní vlastnosti výrobku [7].

V látkovém složení zeleniny převládá voda, jejíž dostatek je jednou z hlavních podmínek umožňujících spontánní reakce ostatních komponent. Tyto složky tvoří tzv. sušinu a jejich obsah se v zelenině pohybuje většinou mezi 5 až 30 % [8].

2.2.1 Voda

U zeleniny činí celkový obsah vody 70 až 95 %. Obsah vody v tomto rozmezí kolísá podle druhu, odrůdy, vegetačních podmínek a stáří nebo vyspělosti rostliny či plodu. Plodiny sklizené ze suchého prostředí bývají chudší na vodu oproti plodinám, které vyrostly ve vlhku. Také platí, že starší organismy obsahují méně vody než mladší organismy [8].

2.2.2 Alkoholy, aldehydy a ketony

V zelenině se vyskytují alkoholy volné a vázané s nejrůznějšími organickými kyselinami jako estery. Důležité bývají kromě esterifikace alkoholů také jejich oxidace na aldehydy, ketony, popřípadě až na organické kyseliny [8].

Z vícemocných alkoholů se v zelenině vyskytuje šestimocný D-mannitol. Jde o mírně sladkou složku mrkve, celeru a hrášku [8].

Aldehydy odvozené od šestiuhlíkatých nebo devítiuhlíkatých mastných kyselin způsobují aroma čerstvě mechanicky narušených pletiv řady zeleninových plodů [8].

2.2.3 Jednodušší cukry

Cukry se v zelenině vyskytují často v poměrně malém množství (obvykle nejvýše asi 4 %, výjimečně až 18 %) [8]. Nejhojněji je přítomna glukosa a fruktosa. V malém množství jsou zastoupeny další monosacharidy jako arabinosa a xylosa [9].

2.2.4 Polysacharidy

V zelenině je zastoupena celulóza, jejíž obsah kolísá podle druhu, anatomické části rostlinného těla, stáří orgánu, vegetačních podmínek apod. [8].

V rozdrčených a neprohřátých plodech rajčat vzniká kalosa (β -1,3-glukan), která přispívá k mazlavé konzistenci rajčatových protlaků [8].

Škrob se v zelenině vyskytuje často. Jeho značnější obsah bývá znakem přestárlosti suroviny (hrášek) [8].

2.2.5 Heteroglykosidy

Heteroglykosidy se v zelenině vyskytují hlavně ve slupce a v semenech, méně v dužnině [8].

Nezralé plody rajčat obsahují i několik gramů tomatinu v 1 kg. Ve zralých plodech nepřesahuje koncentrace tomatinu hodnotu, která by vedla k podezření ze zdravotní závadnosti [8].

V kapustě, květáku, brukvi a jiné zelenině z rodu *Brassica* se vyskytuje glukobrassicin, který je ze zdravotního hlediska nežádoucí. Po enzymové hydrolýze dává thiokyanatany, které nepříznivě ovlivňují činnost štítné žlázy. Vařením zeleniny se glukobrassicin zneškodňuje [8].

Špenát obsahuje netoxické saponiny. V semenech papriky byly prokázány steroidní sapogeniny, což jsou aglykony saponinů, jako složky fytoncidního heteroglykosidu kapsicidinu [8].

Z dalších heteroglykosidů se například v mrkvi vyskytuje angelicin a v rajčatech málo hořký aglykon naringenin [8].

2.2.6 Pektinové látky

Pektinové látky se vyskytují v buněčných stěnách rostlinných pletiv. V zelenině se pektin vyskytuje například v rajčatech s asi 2 % a v mrkvi s asi 0,7 % [8].

2.2.7 Kyseliny

Čerstvá zelenina je na kyseliny velmi chudá. Její pH se pohybuje od 5,0 do 6,6 a proto ji řadíme mezi potraviny málo kyselé, popřípadě nekyselé. Výjimkou je reveň, která má pH kolem 3,2 a celkem asi 2,3 % titrační kyselosti (23 g/kg). Reveň tedy řadíme ke značně kyselým potravinám, její kyselost však způsobuje také zdravotně škodlivá kyselina šťavelová. Značně kyselé jsou také rajčata. Jejich pH se pohybuje kolem 4,3 a obsah veškerých kyselin u nich bývá asi 0,5 % (5 g/kg) [8].

Původci kyselosti zeleniny jsou kyselé soli a malá množství netěkavých kyselin. U rajčat můžeme nalézt malé množství těkavé kyseliny mravenčí. Z nutričního hlediska je u mnohé zeleniny velmi důležitá kyselina L-askorbová [8].

2.2.8 Tuky

V zelenině je skutečných tuků většinou málo. V celkovém obsahu lipidů dužniny plodů nacházíme spíše látky, které se počítají k tukům jen v širším smyslu (fosfolipidy, steroly, některá barviva, slizové látky apod.). Pozoruhodný obsah tuku je v semenech plodů. Proto

dochází například u rajčat, která nebyla před termickým zpracováním odsemena, k nepříznivým senzorickým změnám [8].

Obsah fosfolipidů je v surovinách rostlinného původu poměrně nepatrný, ale nikdy nescházejí [8].

2.2.9 Bílkoviny

Zelenina obsahuje asi 0,5 až 5 % (5 až 50 g/kg) dusíkatých látek, a to v listové a v luskové zelenině více než v kořenové. Vyšší obsah bílkovin v nekyselé zelenině je jednou z příčin zvýšené dispozice k hnilobným procesům. Například dusíkatý derivát kapsicin je původce palčivé chuti papriky [8].

2.2.10 Pachové látky

Obsah pachových látek v zelenině kolísá od asi 50 mg/kg až do 20 g/kg. Nejznámější jsou původci vtíravé vůně cibule, česneku, póru, křenu, ředkve, hořčice a některých kapustovitých rostlin. Jedná se vesměs o organické sloučeniny obsahující síru. Cibulovitá zelenina a plodiny z čeledi brukvovitých obsahují nebo při poranění odštěpují např. thioly, sulfidy, disulfidy, trisulfidy a isothiokyanáty. Z nesírných složek hlavně methanol, ethanol, aceton a acetaldehyd. Příčinou specifického pachu červené řepy je geosmin. Za příčinu typického zápachu vařené košťálové zeleniny se považuje dimethylsulfid, dimethyltrisulfid a allylisothiokyanát. Příčinou typické vůně okurek je 2,6-nonadienal, který se tvoří enzymy traumatizovaného pletiva za účasti vzdušného kyslíku [8].

2.2.11 Barviva

V každé zelenině je soubor barviv, který jí dává charakteristické zbarvení. Barviva, která zbarvují pletiva žlutě, oranžově, červeně nebo hnědě, se nazývají karotenoidy. Jejich bohatým zdrojem je např. mrkev, petržel, celer, špenát aj. V listové zelenině jejich obsah klesá v exponenciální závislosti na skladovací teplotě. V zásobních orgánech a v plodech karotenů naopak přibývá. Nejznámějším barvivem skupiny karotenoidů je β -karoten, který převládá zejména mezi barvivy mrkve [8]. β -karoten tvoří 10–20 % přítomných karotenoidů v listové zelenině. V rajčatech je β -karotenu poměrně málo [10]. Vedle karotenu se v nich vyskytuje jeho izomer lykopen [8]. Obsah lykopenu v průběhu zrání rajčat roste [10]. V paprice je obsažen hlavně rudý kapsanthin a kapsorubin. Anthokyany jsou červená až modrofialová barviva vodních melounů [8].

Z dusíkatých barviv je betanin nejvýznamnější složka červených betacyaninů, které tvoří se žlutými betaxanthiny soubor barviv červené řepy [8].

2.2.12 Vitaminy

Thiamin se poměrně bohatě vyskytuje v potravinách rostlinného původu. Nejvíce je zastoupen v pažitce, petrželi, kapustě, kvěťáku, zeleném hrášku a špenátu [8]. Při vaření kořenové zeleniny dochází ke ztrátám kolem 25 % a u listové zeleniny asi 40 % [9].

Nejvíce folacinu obsahuje listová zelenina a chřest [8]. Při vaření a konzervování zeleniny se ztrácí v průměru 20–50 % [9].

Kyselina L-askorbová mění svůj obsah v zelenině podle povahy plodiny a podle jejich skladovacích podmínek. V klidovém stádiu zásobních orgánů (zelí, kedlubny, kořenová zelenina, cibule) se obsah kyseliny L-askorbové snižuje a ke konci skladování se opět zvýší. Kvantitativní rozdělení obsahu kyseliny L-askorbové je různé. V čepeli špenátových listů je kyseliny L-askorbové čtyřnásobek obsahu v řapících. U kvěťáku jsou na kyselinu L-askorbovou bohatší vnitřní části růžic než části vnější a v celerových bulvách je rozložení vitamínu C zhruba vyrovnané [8]. Ke ztrátám kyseliny L-askorbové dochází vyluhováním při mytí, blanšírování, vaření a konzervování zeleniny. Rozsah ztrát závisí na mnoha faktorech (pH, teplota, množství vody, zralost, velikost povrchu materiálu, rozsah kontaminace těžkými kovy a přívod kyslíku). U listové zeleniny s velkým povrchem jsou ztráty vyšší než u kořenové zeleniny. Nejstabilnější je vitamin C při zmrazování a mrazírenském skladování [9].

V zelenině se nachází také riboflavin, kterého se vyluhováním při vaření zeleniny ztrácí 30–40 % [9].

V Tabulce 1 je uvedeno podrobnější množství některých vitaminů v zelenině. Údaje jsou stanoveny na 1 kg čerstvé hmoty zbavené nepoživatelných částí. Jedna mezinárodní jednotka retinolu znamená 0,6 µg β-karotenu [8].

Tabulka 1: Obsah vitaminů v některé zelenině [8]

Zelenina	Retinol (m. j.)	Thiamin (μg)	Riboflavin (μg)	Kyselina L-askorbová (mg)	Folacin (μg)
Celer, kořen	0	500	400	70–100	120
Cibule	200–500	200–1 600	100–400	20–100	
Červená řepa	100–200	200–600	500–1 000	100	
Česnek	200	200	300	100–200	
Fazole luskové	6 300	800	1 100	150	
Hrášek zelený	5 000–7 000	800–3 000	900–1 600	200–400	
Chřest	10 000	200–1 600	1 900	200–300	640
Kapusta	76 000	1 000–1 600	1 000–2 600	500–1 000	660
Kapusta růžičková	13 600	1 300	0	150	690
Brukev	0	600–800	200–500	250–700	
Kopr	20 000	500	800	1 000	
Křen	0	0	0	1 000	
Květák	900	1 000–2 000	500–1 000	500–700	550
Meloun vodní	5 900	500	500	50–130	
Mrkev	120 000	600–1 600	100–800	30–60	300
Okurky	Stopy	300–1 200	40–400	60	150
Paprika zelená	6 300	400	700	1 200–4 000	
Pažitka	100 000	1 600	2 400	400–600	
Petržel, kořen	0	1 100	900	50–400	
Pór	0	200–1 200	300	100–200	
Rajčata	11 000	600–1 600	50–400	200–400	400
Rebarbora	300	0–100	0	100–150	
Ředkvičky	300	300–500	200	100–250	
Salát hlávkový	10 000	600–2 000	800–1 100	20–100	370
Špenát	100 000	800–2 400	500–2 000	160–500	1 900
Zelí bílé	800	600–2 600	500	150–700	
Zelí červené	800	600–1 300	600	450–1 000	

2.2.13 Minerální látky

Zelenina obsahuje v čerstvém stavu asi 0,5 až 2 % (5 až 20 g/kg) minerálních látek, což po přepočtení na sušinu odpovídá zhruba 50 až 200 g/kg. Z minerálních látek je v zelenině obsažen v největším množství draslík a fosfor, dále síra, vápník, sodík, hořčík, železo a v menších koncentracích jsou zde zastoupeny ostatní minerálie. Podrobnější informaci o tom podává Tabulka 2, kde jsou údaje stanoveny v mg na 1 kg čerstvé hmoty zbavené nepoživatelných částí. [8].

Zelenina obsahuje značné množství kyseliny šťavelové, což znamená, že vápník zde může být vázán jako nežádoucí šťavelan vápenatý. Jde především o reveň a špenát a v menší míře o červenou řepu a hlávkový salát. Proto by se tato zelenina neměla požívat v nadměrných množstvích [8].

Tabulka 2: Složení popela zeleniny [8]

Zelenina	K₂O	Na₂O	CaO	MgO	Fe₂O₃	P₂O₅	SO₃	Cl
Celer, listy	5 720	890	2 570	710	50	1 450	4 220	3 110
Celer, kořen	4 060	1 770	1 230	550	130	1 210	520	1 490
Cibule	1 540	350	430	110	20	540	1 850	270
Červená řepa	1 210	3 480	420	20	80	700	150	350
Fazolové lusky	2 590	140	590	510	30	520	1 100	580
Hrášek zelený	3 870	290	470	720	20	2 830	1 510	360
Chřest	1 980	230	190	180	20	800	1 080	530
Kapusta	6 750	60	1 600	510	290	2 570	4 450	600
Kapusta růžičková	4 520	50	350	330	80	2 910	5 080	400
Kedluben	4 070	750	1 260	790	350	2 520	1 020	570
Květák	1 400	650	1 390	290	10	1 320	840	290
Meloun	870	110	150	50	20	70	290	80
Mrkev	2 500	1 560	770	340	70	880	480	370
Okurky	2 090	170	280	180	30	530	230	370
Pažitka	3 290	410	2 050	530	150	1 480	1 210	430
Petržel, kořen	13 000	450	4 550	860	120	5 860	0	1 560
Pór	2 390	1 100	810	230	590	1 300	580	240
Rajčata	3 780	1 690	600	850	230	930	470	690
Rebarbora	3 530	310	590	550	90	840	110	320
Ředkvička	5 080	630	1 360	480	320	1 280	5 090	160
Salát hlávkový	3 870	780	1 510	640	550	940	390	790
Špenát	5 920	1 160	8 330	980	60	4 260	2 280	560
Zelí bílé	5 720	420	700	390	80	2 160	1 620	370
Zelí červené	2 950	520	400	290	260	630	1 630	1 000

2.2.14 Plyny

Plyny bývají rozpuštěny v rostlinných šťávách nebo jsou volné v dutinách tkání. Jejich hmotnostní podíl nebývá veliký, avšak objem může být značný [8]. Jejich množství v některé zelenině udává Tabulka 3.

Tabulka 3: Obsah plynů (ml/100 g) některé zeleniny při teplotě 20 °C [8]

Zelenina	Plyny
Červená řepa	21,8
Brambory	22,6
Mrkev	22,8
Okurky	30,0
Cibule	30,2
Kedlubny	31,2
Zelí, nitro listů	35,4
Zelí, celé hlávky	40,8
Květák	39,6
Petržel	43,8
Celer	50,0

2.3 Zpracování zeleniny

V České republice se každý rok vyprodukuje stovky tisíc tun zeleniny. Podstatná část směřuje přímo ke spotřebiteli. Podniky konzervářského a mrazírenského průmyslu však významnou část této produkce zpracovávají. Současný roční objem produkce konzervované zeleniny lze odhadnout na více než 100 000 tun a zmrazované zeleniny asi 50 000 tun [11].

2.3.1 Předběžné technologické operace

Nejdříve dochází ke sklizni. Dobu sklizně určuje tzv. technologická zralost, která představuje takový stav plodiny, aby vyhovoval požadavkům pro dané zpracování. Technologická sklizeň tedy nemusí být shodná s konzumní nebo fyziologickou zralostí plodiny [11].

Sklizené suroviny se dále skladují. Jejich odolnost vůči posklizňovým změnám je různá. Prakticky vždy dochází ke ztrátám na kvalitě a to z důvodu respirace a případného mechanického poškození. Proto moderní technologie směřuje k maximálnímu omezení skladování před zpracováním spoluprací s pěstiteli. Suroviny jsou tedy dodávány postupně podle výrobní kapacity. V chlazených prostorech by měly být skladovány suroviny, které je třeba před zpracováním skladovat delší dobu. Odolné suroviny (kořenová zelenina, brambory) lze skladovat volně, ovšem za podmínek maximálně omezujících rozvoj mikrobiálních změn a dalších škůdců [11]. Optimální podmínky pro skladování zeleniny jsou popsány v Tabulce 4.

Tabulka 4: Optimální podmínky pro skladování zeleniny v normální atmosféře [7]

Zelenina	Podmínky při skladování		Doba skladování	Hmotnostní ztráty max. (%)
	Teplota (°C)	Relativní vlhkost (%)		
Brambory	4 až 5	85–90	6–8 měsíců	3–6
Cibule	-3 až 0	75–80	6–9 měsíců	3–6
Česnek	-1 až 2	70–75	6–9 měsíců	3–6
Dýně	8 až 12	70–75	3–5 měsíců	5–8
Fazole zelené	2 až 4	85–90	1–3 týdny	2–4
Fazole žluté	0 až 4	85–90	2–4 týdny	3–5
Hrášek, lusky	-1 až 0	85–90	2–3 týdny	5–8
Chřest	0 až 0,5	90–95	1–3 týdny	3–5
Celer	0 až 1	90–95	6–9 měsíců	6–8
Černý kořen	-1 až 1	90–95	3–4 měsíce	4–6
Červená řepa	-1 až 1	90–95	5–8 měsíců	6–8
Kapusta	-2 až 0	90–95	2–3 měsíce	
Kapusta růžičková	0 až 1	90–95	3–5 týdnů	
Kedluben	-1 až 1	90–95	2–4 týdny	
Křen	-1 až 1	90–95	až 1 rok	
Kukuřičné klasy	0 až 2	90	5–10 dní	
Květák	0 až 2	90	1–2 měsíce	
Mrkev	-1 až 1	85–95	4–8 měsíců	6–12
Okurky	2 až 4	85–95	1–2 týdny	4–6
Paprika zeleninová	2 až 4	85–95	1–2 měsíce	6–10
Petržel	0 až 1	90	2–6 měsíců	4–8
Pór	0 až 1	90–95	1–3 měsíce	
Rajčata červená	2 až 4	85–90	2–4 týdny	4–8
Rajčata zelená	6 až 12	85–90	2–4 týdny	
Špenát, listy	-1 až 0	90–95	1–2 týdny	6–8

Čištěním se ze suroviny odstraňují kontaminanty na úroveň vhodnou pro následující zpracování. Mezi hlavní kontaminující látky patří kovy, minerální látky, nepoživatelné části rostlin, nepoživatelné živočišné produkty, chemikálie, mikroorganismy a produkty činnosti mikroorganismů. Čištění je pro potravinářské výroby velice důležité, jelikož surovina, která obsahuje kontaminující látky v koncentracích, které není možné během technologického procesu snížit pod akceptovatelné minimum, nesmí být zpracovávána [11].

V praxi se setkáváme se suchým a mokřým čištěním. Suché čištění se při zpracování zeleniny využívá jen zřídka. Mokré čištění, tj. praní, je mnohem účinnější než čištění suché. Jeho nevýhodou je velká produkce nákladně likvidovatelných odpadních vod. Proces praní probíhá ve třech fázích (předmáčení, vlastní praní a opláchnutí pitnou vodou) a na účinnost

operace má vliv složení prací lázně, teplota a mechanické namáhání povrchu prané suroviny [11].

Po očištění se suroviny podle měřitelných fyzikálních vlastností třídí. Podle sledovaného parametru se zelenina třídí dle jakosti, velikosti, barvy a podle zralosti. Zejména na začátku technologického zpracování, ale i jako mezioperační kontrola, se provádí třídění podle jakosti. Jedná se převážně o ruční třídění na inspekčních pásech. Strojně dochází k třídění podle velikosti. Suroviny se třídí podle rozměru, nebo podle hmotnosti [11]. Třídění podle barvy není v technologii zeleniny příliš zavedené. Využívá se například pro hrášek. Třídění podle zralosti většinou souvisí s předchozími typy třídění [12].

Po roztržení dochází k odstranění nepoživatelných částí, které jsou nestavitelné nebo z hlediska finálního výrobku nežádoucí. Do kategorie těchto operací se zařazuje mlácení hrášku, odšpičkování zelené fazolky, odvrátávání košťálu u zelí nebo loupání zeleniny [11].

2.3.2 Výroba sterilované zeleniny – výrobky v kyselém nálevu

Sterilovaná zelenina se vyrábí celá nebo dělená, v tomto případě zalitá kyselým nebo sladkokyselým roztokem, konzervovaná tepelnou sterilací. Typickým výrobkem jsou sterilované okurky ve sladkokyselém nálevu [12].

Surovinou jsou okurky, tzv. nakládačky. Ty by měly být zdravé, sytě zelené, nepovadlé, bez skvrn, štíhlé, nehořknoucí, přiměřeně bradavčité, nepřerostlé a nepřehnojené dusíkem. Před zpracováním by měly být okurky skladovány v chladárně. Okurky vyžadují dlouhé odmaččení ve studené vodě. K vlastnímu praní dochází v kartáčových pračkách. Dále se okurky třídí podle tloušťky, ovšem správnější je podle délky [12]. Okurky se do obalů plní ručně nebo plničkami. Ručně se na dno obalu dává koření a čerstvá zelenina. K zalévání okurek nálevem se nejčastěji používají sprchové zalévačky [7]. Nálev je svářen předem a je složen z octa, soli, cukru, a koření (hořčičné semeno, pepř, nové koření, bobkový list, cibule, kopr atd.). Obaly se uzavrou a dochází ke sterilaci a posterilačním úpravám. Sterilizace se provádí podle zásad pro kyselé potraviny, tj. při teplotách do 100 °C. Používají se kontinuální sprchové sterilátory, popř. kombinované s parním ohřevem. Na konci sterilace dochází ke zchlazení pod 30 °C. K posterilačním úpravám řadíme usušení, uskladnění, etiketování, přepravní balení a expedice [12].

Podobným způsobem se můžou zpracovávat celer, květák, marinované zelí, zeleninové saláty, směsi kořenové zeleniny a paprika v nálevu s olejem [12].

2.3.3 Výroba sterilované zeleniny – výrobky ve slaném nálevu

Druhým typem je sterilovaná zelenina zalitá slaným, tedy nekyselým nálevem. Typickým výrobkem je sterilovaný hrášek, který má velice propracovanou technologii výroby [12].

Surovinou je tzv. dřeňový hrášek. Semena by měla být stejnoměrně vyspělá, jasně zelená, nenašedlá, jemné konzistence, cukernatá, sladká a nenahořklá. Důležitý je také optimální stupeň zralosti. Semena by měla být biologicky nezralá, obsah cukru by měl činit cca 5 % a nesmí obsahovat větší množství škrobu. Sklizený hrášek se obvykle mlátí u pěstitelů a do konzervárny se dopravují vyluštěná zrna, která je potřeba přepravovat v chladu, nejčastěji v nádržích s ledovou vodou nebo drtí. Před zpracováním se hrášek pere a třídí podle velikosti nejčastěji do tří skupin. Dále se hrášek blanšíruje, aby došlo k inaktivaci enzymů [12].

Blanšírování hrášku se provádí ve vodní lázni, např. za použití kapsových blanšérů, při teplotách cca 90 °C. Po záhřevu dojde k ochlazení a oprání hrášku od škrobu a pěny. V případě kontinuálních sterilátorů se chlazení nemusí provádět. Následuje plnění do obalu a zalití přiměřeně horkým nálevem. Ten je roztokem soli a cukru, někdy se přidává ochucovadlo (např. glutaman sodný) [11]. Po zalití nálevem se obaly musí ihned uzavřít a sterilovat. Vlastní sterilace se provádí v autoklávech podle zásad pro nekyselé potraviny, tj. při teplotách cca 120–125 °C [12]. Nejpoužívanější jsou horizontální autoklávy, kde dochází k ohřevu ve sterilačních koších, které jsou vyhřívány vodou nebo vstříkovanou párou. Po sterilaci se obaly podrobují posterilačním úpravám [11].

Podobným způsobem se můžou zpracovávat sterilované fazolové lusky, kořenová zelenina, chřest, olivy i brambory [12].

2.3.4 Sušená zelenina

Sušením zeleniny dochází k odstraňování vody, která je nutná pro život rozkladných mikrobů a nežádoucích enzymů (oxidas). Ze zeleniny je důležité odejmout tolik vody, aby nedošlo k tomu, že se zboží zkazí nebo ztratí na jakosti [12]. Z hlediska zbytkové vlhkosti je u zeleniny optimální vysušení na cca 6–12 %. Ze zeleniny se suší cibule, kořenová zelenina, kopr, nat' petržele a celeru aj. [13].

Surovina pro sušení by měla mít co nejvyšší obsah sušiny, maximální vybarvení a měla by být vyzrálá s dostatečně pevnou dužninou [12]. Před sušením dochází k praní, třídění, loupání, dělení a blanšírování nebo antioxidačnímu máčení zeleniny [11]. Vlastní sušení se provádí buď volně na vzduchu, nebo v sušárnách. Na vzduchu (na slunci) se sušení provádí pouze v tropických a subtropických oblastech. Sušení v sušárnách je rychlejší [12]. Jako sušící médium se využívá vzduch [13]. Po usušení se zboží obvykle třídí podle velikosti, příliš malé nebo velké podíly se obvykle semílají na prach. Také někdy dochází ke třídění podle barvy a ke kontrole absence kovových částic pomocí detektoru kovů. Sušená zelenina se dále balí do obalů, které nepropouští vlhkost a výhodné je ji skladovat při teplotách 0–4 °C [12].

2.3.5 Zmrazovaná zelenina

Při zmrazování se teplota potravin snižuje na -18 až -30 °C [3]. Prudké a dostatečně hluboké zmrazení je potřebné k zastavení všech mikrobiálních a enzymových dějů. Dochází tak k minimalizaci potrhání pletiva, dezorganizaci pochodů v něm v důsledku tvorby ledu a k minimalizaci denaturace a koagulace koloidů (bílkovin) v důsledku odnímání vody. Je důležité zabránit tvorbě velkých krystalů ledu rychlým zmrazením, nekolísající teplotou a přidavkem osmoticky aktivních látek [12].

Ke zmrazení zeleniny dochází ve stavu, v jakém byla přijata ke zpracování, a proto by měla být zmrazována pouze prvotřídní surovina. Přípravné práce mezi sklizní a zmrazením by měly trvat co nejkratší dobu [12].

Veškerá zelenina se před mrazením blanšíruje, aby došlo k inaktivaci enzymů. Po blanšírování se zelenina obvykle okamžitě balí, ovšem někdy se balí až zmrazené zboží [12]. Zelenina se zmrazuje v mrazicích tunelech nebo kontaktních zmrazovačích [2]. Zmrazené produkty jsou pak baleny do obalů zabraňujícím vysychání a vytékání šťávy. Obalový materiál musí být vhodný pro nízké teploty [12].

2.3.6 Mléčně fermentovaná zelenina

Principem zpracování je konzervace potravin kyselinou mléčnou, která vzniká přeměnou sacharidů bakteriemi mléčného kvašení spolu s určitým množstvím kyseliny octové, ethanolu atd., a uložení za přiměřeně nízké teploty v anaerobních podmínkách. V našich podmínkách jsou nejčastěji zpracovávány tímto způsobem zelí a okurky [12].

Zelí ke zpracování musí být pevné, svěží, čisté, zdravé, nenamrzlé, nenahořklé a sbírané v plné zralosti. Zelí nesmí být přehnojené dusíkem, jelikož pak měkne a špatně kvasí. Čerstvé zelí by se mělo ihned zpracovávat, aby nevznikaly ztráty na cukru prodáváním. Podzimní surovinu lze skladovat i několik týdnů při teplotě 0–5 °C a letní surovina by měla být ukládána v chladírnách. Hlávky zelí se zbaví chorobných částí a vadných vnějších listů. Dojde k oprání, košťály se odvrtnají a zelí se nakrouhá na co nejjemnější plátky (1,5–2,5 mm). Nakrouhané zelí se mísí se solí (1,5–2,5 %), popřípadě kmínem. Někdy se přidává i cukr (0,5–1,0 %). Zelí se vrství a dusá do nádob, aby se vypudilo co nejvíce vzduchu. Po uvolnění šťávy soli je nutné zabránit kontaktu se vzduchem. Hmota se překryje plachtou nasycenou solným roztokem a asi po dvou dnech se vše pokryje deskou, která se stlačí šroubem nebo kameny. Koncentrace kyseliny mléčné v konečném produktu se pohybuje v rozmezí 1,2–1,6 % [12].

U okurek dochází ke zpracování celých plodů, které musí být nakládány do láku, jelikož se ho nevytvoří dostatek samovolně. Okurky musí být cukernaté, nehořké s pevnou dužinou a nepřezrálé. Okurky se dokonale operou a velikostně vytřídí (vhodné jsou velikosti 9–12 cm a 12–15 cm). Po naskládání okurek do nádob se zalijí nálevem (roztokem soli) tak, aby ve výsledné směsi činila koncentrace soli 1,5–1,7 %. Okurky nesmí během kysání přijít do kontaktu se vzduchem, proto dochází k zatížení pružinou nebo deskou [12].

2.3.7 Výroba macerované zeleniny

Do této skupiny výrobků patří nápoje, či jemné protlaky tekuté konzistence, které obsahují velký podíl původního rostlinného pletiva. Patří sem dřeňové šťávy, zeleninové koktejly či zeleninová dětská výživa. Přednostmi macerované zeleniny jsou vazba aromatických látek na nerozpustnou dužninu, dokonalejší zachování látkové hodnoty suroviny, dobré předpoklady pro zachování labilních složek a výborná stravitelnost. Základním problémem je homogenita výrobků. Principem výroby je dokonalé zhomogenování, zvětšení povrchu částic, resp. zmenšení jejich průměru, které od určité míry brání sedimentaci pevného podílu. U výroby macerované zeleniny je důležitá maximální rychlost zpracování, kdy doba setrvání materiálu ve výrobě by neměla přesáhnout cca 20 minut (v případě, že nebude aplikována enzymová macerace) [3].

Surovina by měla být v bezvadném stavu, v optimální zralosti z hlediska obsahu aromatických složek, barviv a obsahu šťávy. Také je důležitá minimální kontaminace suroviny mikroorganismy. Po příjmu suroviny dochází k uskladnění, velmi pečlivému praní a třídění. Po odstranění nepoživatelných částí probíhá macerace, která je rozhodující fází z hlediska kvality. Musí během ní dojít k inaktivaci oxidas, odvzdušnění, stabilizaci disperze, popř. zachycení aromatu. Základem je vždy macerace mechanická, která se provádí s tepelným zákrokem a s mechanickou macerací se může kombinovat macerace enzymová [3].

Mechanická macerace se využívá k výrobě velmi jemných protlaků. Existují dva postupy kombinace mechanického rozmělnění a tepelného ošetření. Buď dochází ke spojení desintegrace, protírání a termoinaktivace enzymů v jednu operaci, nebo se ohřev a desintegrace provádí odděleně. Při zpracování zeleniny se využívají tlakové rozvařeče, které rozvaří materiál při teplotách vyšších než 100 °C přímým ohřevem párou [3].

Při enzymové maceraci se převádí rostlinné pletivo pomocí pektolytických enzymů na suspenzi buněk, které by měly zůstat nepoškozené. Enzymy se aplikují do tepelně opracované a hrubě dezintegrované suroviny [11]. Macerace se provádí při teplotách okolo 50 °C a nakonec dochází k záhřevu nad 70 °C. Výsledkem je husté pyré. Nevýhodou je, že enzymová macerace probíhá diskontinuálně, a z důvodu dlouhé časové prodlevy při zpracování suroviny vzniká prostor pro oxidační změny [3].

Po maceraci se provádějí chuťové úpravy (přikyselení, doslazení, aromatizace atd.) a deaerace, při které se odstraňují zbytky vzduchu, které by mohly nepříznivě ovlivnit kvalitu produktu. Principem deaerace je vstřikování horké hmoty do vakua. I přes jemné protření suroviny na pasírkách je vzniklá disperze ještě příliš hrubá, proto je nutné zmenšit dále velikost částic použitím homogenizátorů. Nejpoužívanější typy homogenizátorů jsou tlakové pístové, ultrazvukové a další. Po homogenizaci zbývá výrobek sterilovat v obalech, nebo mimo obal [3].

2.3.8 Výroba špenátového protlaku

V dnešní době se vyrábí špenátový protlak pouze zmrazovaný. Sterilovaný protlak se vyráběl dříve, ale kvůli feofytinaci byla jeho výroba zrušena. Listy špenátu by měli být sytě zelené, velké, mladé, jemné, nenatrpké a bez cévních vláken. Také je důležité, aby měli hodně sušiny (> 7 %), vitamínu C, a naopak málo oxidu křemičitého a dusičnanů (pod 300 mg/kg) [3].

Při sklizni je nutné listy zbavit hořkých řapíků. Při praní je důležité odstranit z listů zrnka písku pomocí hrabicových praček. Vypraný špenát se blanšíruje ve vroucí vodní lázni po dobu 1,5–2 minuty a chladí ledovou vodou ve sprše [3]. Potom se špenát dopravuje přes lisovací válec, aby se zbavil vody, která ulpěla na jeho povrchu. Následuje pasírování na pasírkách, které mají průměr otvorů 1–2 mm [2]. Pro hrubší konzistenci protlaku se špenát mele na strojcích s otvory 2–3 mm nebo dochází pouze k rozsekání listů. Hotový protlak se ochutí přídatkem glutamátu, plní se do obalů a zmrazuje [3].

2.3.9 Výroba rajčatového protlaku

Rajčatový protlak se připravuje zahuštěním rozmělněných rajčat zbavených jader a větších kusů slupky na koncentraci refraktometrické sušiny 28 %. Protlak se vyrábí z rajčat, která mají intenzivní zbarvení, lahodnou chuť a co nejvíce vitamínu C (20–40 mg/100 g). Také je důležité, aby obsah sušiny byl co největší (běžně 4–6 %). Rajčata musí být stejnoměrně vyžralá, odolná k pukání a způsobilá k transportu [3].

Rajčata by měla být skladována v přepravech maximálně 48 hodin nebo volně ložená maximálně 24 hodin. Praní začíná plavením a pokračuje ve vzduchových či sprchových pračkách. Po oprání je nutné vytřídit hlavně nedozrálé a mikrobiálně napadené plody [3]. Vytřídná rajčata se drtí v mačkadlech, kde dochází k oddělení dužniny. Slupky zůstávají

celé, jsou rozsekány na drobné částice, a jsou přimíchány do protlaku. Na drcení rajčat můžeme použít také drtičky, popřípadě sekačky, pomocí kterých dochází k rozmělnění dužniny i slupky. Semínka se odstraní v odsemeňovači s průměry otvorů 1 mm [2]. Rajčatová drť se prohřeje, aby došlo k inaktivaci enzymů, zejména pektolytických, která jsou v rajčatech velmi aktivní. Další významnou fází je protírání drtě, jelikož se požaduje homogenní, jemný protlak bez patrných útržků slupek [3]. Protírání se provádí na soustavě dvou až tří pasírek, jejichž otvory jsou voleny tak, aby velikost částic klesla pod 0,4 mm [2]. Protlak je v další fázi zhruba pětkrát zahuštěn na výslednou koncentraci refraktometrické sušiny 28 %. Odpařování se provádí ve vícečlenných odparkách v rozmezí teplot 45–90 °C. Zahuštěný protlak se konzervuje tepelnou sterilací podle zásad pro sterilaci kyselých potravin, jelikož jeho pH bývá pod hodnotou 4,0. Protlak se zahřeje při průtoku tepelným výměníkem, vysteriluje mimo obal a asepticky plní do vhodných obalů nebo se naplní předem a kontinuálně steriluje v obalech [3].

2.3.10 Výroba kečupu

Principem výroby kečupu je cca dvakrát zahuštěná dřev z rajčat. Chuť se upravuje přísadami soli, octa, sladidla a extraktů koření. Výroba se provádí ředěním rajčatového protlaku [3]. Rajčatový protlak se smíchá s vodou a ochucovadly. Pomocí stabilizátorů je třeba upravit stabilitu vzniklého výrobku. Stabilizátory brání rozdělování pevného a kapalného podílu a upravují konzistenci kečupu. Po smíchání ingrediencí podle receptury dochází ke kontinuální sterilaci podle pravidel pro kyselé potraviny. Sterilace se provádí jak v obalu tak i mimo něj s využitím aseptického plnění. Při použití obalů, které neumožňují termosterilaci, se konzervuje chemicky (přidávkem kyseliny sorbové a benzoové). Fytoncidní látky, které jsou přítomné v extraktech použitého koření, mají příznivý vliv na stabilitu kečupu [11].

V hotovém kečupu by mělo být 7 % refraktometrické sušiny pocházející z rajčat. Celková koncentrace rozpustné sušiny se běžně pohybuje kolem 28 % [11].

2.4 Mikrobiální kontaminace kečupu

Rajčatový kečup je považován za velmi stabilní produkt. Na jeho stálosti se podílí nízké pH, které získá od benzoátu sodného, a tepelná sterilace směsi během výroby [14].

Činnost mikroorganismů je závislá na vnějším prostředí. Pro rozmnožování mikroorganismů musí být v prostředí dostatečné množství surovin pro syntézu buněčné hmoty, dostatečné množství zdroje využitelné energie a vhodné fyzikální, chemické a biologické podmínky. Mezi nejdůležitější faktory vnějšího prostředí patří výživa mikroorganismů, teplota, vodní aktivita, oxidoredukční potenciál, povrchové napětí, záření, hydrostatický tlak, elektrický proud, ultrazvuk, mechanické vlivy, působení antimikrobiálních látek a biologické vlivy. Růst mikroorganismů i jejich biochemická činnost jsou také silně ovlivněny hodnotou pH prostředí [15].

Neutrální nebo slabě alkalické prostředí je vhodné pro růst většiny bakterií. Extrémní pH přežívají střevní bakterie. Druhy tvořící kyseliny jako hlavní produkty metabolismu (octové, mléčné a propionové bakterie) přežívají prostředí kyselé, ale pokud je pH příliš nízké,

přestávají se rozmnožovat a ustává jejich hlavní metabolická činnost. Velmi citlivé k nízkému pH jsou hnilobné bakterie [15].

Optimální pH pro růst kvasinek se pohybuje mezi 4,2 a 5,5. Slabě alkalické prostředí (kolem pH 7,5) zastavuje jejich růst [15].

Plísně se mohou rozmnožovat ve velmi širokém rozmezí pH (1,2 až 11), avšak optimální pH se pohybuje poblíž neutrálního bodu. Především druhy tvořící organické kyseliny se rozmnožují při silně kyselém pH prostředí [15].

Kečupy s hodnotami pH 3,8 až 4,0 se kazí zřídka, ale jejich kažení není vyloučené. Produkty vyrobené za studena mohou podléhat kažení působením bakterií octového kvašení rodů *Acetobacter* a *Gluconobacter*, bakterií mléčného kvašení rodů *Lactobacillus* a *Leuconostoc* nebo působením plísní a kvasinek [16].

Pomnožení octových bakterií může způsobit bombáž výrobků v plastových obalech. Pokud jsou obaly propustné pro plyny, bombáž po určitém čase zanikne. Produkt zůstane senzoricky nezměněný, výrobek není zdravotně škodlivý, ale není hygienicky bezchybný. Bombáž výrobku může také způsobit pomnožení bakterií mléčného kvašení [16].

V produktech plněných do obalů za studena se může na povrchu vyskytnout povlak plísně nebo kvasinky, bez zjevného kvašení [16].

V produktech vyrobených a plněných za horka se na kažení mohou podílet *Bacillus coagulans* a *Bacillus stearothermophilus*, což se projeví mírných zkysnutím produktu. V příliš teplém skladě (nad 40 °C) se kyselý produkt může kazit také působením *Alicyclobacillus acidoterrestris*, což se projeví senzorickými změnami chuti a vůně [16].

Kečupy se mohou kazit také působením amyláz (ztekucení následkem hydrolýzy škrobu), které bývají přítomné v koření [16].

Patogenní a toxinogenní bakterie se v silně kyselých produktech nerozmnožují. *Clostridium botulinum* a jeho toxiny se mohou vyskytnout v plesnivých výrobcích, kde dojde ke zvýšení hodnoty pH v důsledku spotřeby organických kyselin plísněmi [16].

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Seznam použitého materiálu

3.1.1 Přístroje

Refraktometr (O.K. SERVIS BioPro, Praha, Česká republika)
Analytické váhy (Mettler-Toledo, Praha, Česká republika)
Bostwick konzistometr (Cole-Parmer, Vernon Hills, USA)
pH metr (HELAGO-CZ, Hradec Králové, Česká republika)
Titrátor (Mettler-Toledo, Praha, Česká republika)
Elektroda DM 141 – SC (Mettler-Toledo, Praha, Česká republika)
Elektroda DG 115 – SC (Mettler-Toledo, Praha, Česká republika)
Hunter Lab – ColorFlex (Hunterlab, Murnau am Staffelsee, Německo)
Termostat (Binder, New York, USA)
Autokláv (Brněnská Medicínská Technika a. s., Brno, Česká republika)

3.1.2 Chemikálie

Destilovaná voda (Pliva-Lachema, Brno, Česká republika)
Dusičnan stříbrný AgNO_3 (Pliva-Lachema, Brno, Česká republika)
Hydroxid sodný NaOH (Pliva-Lachema, Brno, Česká republika)

3.1.3 Analyzované vzorky

K mikrobiologické analýze byly použity tři vzorky rajčatového kečupu, pocházející z běžně dostupné obchodní sítě.

Vzorek 1 – Kečup jemný ve skleněném obalu.

Zpracovaná zelenina, protlaky. K výrobě 100 g kečupu bylo použito 140 g rajčat.

Složení: pitná voda, rajčatový protlak, glukózo-fruktózový sirup, zahušťovadlo: modifikovaný škrob E1422, jedlá sůl max. 3,5 %, ocet kvasný lihový, konzervant: sorban draselný, koření přípravek (extrakty koření).

Datum minimální trvanlivosti: 22. 12. 2015

Vzorek 2 – Kečup jemný ve skleněném obalu.

Zpracovaná zelenina. Protlaky jednodruhové, s podílem přidaného cukru, zahuštěné. Sterilováno. K výrobě 100 g kečupu bylo použito 140 g rajčat.

Složení: pitná voda, rajčatový protlak, cukr, ocet, zahušťovadla: modifikované škroby, sůl, koření přísada (výtažky koření).

Datum minimální trvanlivosti: 26. 7. 2017

Vzorek 3 – Kečup pálivý v plastovém obalu.

S přírodním sladidlem a sladidlem. Zpracovaná zelenina, rajčatový protlak. Výrobek je pálivý. Chemicky konzervováno. K výrobě 100 g kečupu bylo použito 140 g rajčat.

Složení: pitná voda, rajčatový protlak, glukózo-fruktózový sirup, zahušťovadlo: modifikovaný škrob E1422, jedlá sůl max. 3,5 %, ocet kvasný lihový, koření přípravek (chilli extrakt,

extrakty koření, aroma), konzervant: sorban draselný, kořenící přípravek (extrakty koření), sladidlo: sodná sůl sacharinu.

Datum minimální trvanlivosti: 13. 9. 2015

3.1.4 Kultivační média

Ke stanovení celkového počtu mikroorganismů byl použit GTK agar, což je agar s glukózou, tryptonem a kvasničným extraktem [17]. Složení GTK agaru je popsáno v Tabulce 5.

V 1 000 ml purifikované studené vody se suspenduje 23,5 g GTK agaru a nechá se nabobtnat. Po rozvaření v proudící páře při 100 °C se sterilizuje v autoklávu 15 minut při 120 °C [17].

Tabulka 5: GTK agar [17]

Enzymatický kazeinový hydrolyzát	5,0 g
Kvasničný autolyzát	2,5 g
Glukóza	1,0 g
Agar	15,0 g
pH	7,1 ± 0,2

Ke stanovení počtu kvasinek a plísni byl použit GKCH agar, což je agar s glukózou, kvasničným autolyzátem a chloramfenikolem [17]. Složení GKCH agaru je popsáno v Tabulce 6.

V 1 000 ml purifikované studené vody se suspenduje 40 g GKCH agaru a nechá se nabobtnat. Rozvaří se v proudící páře a sterilizuje v autoklávu 150 minut při 120 °C [17].

Tabulka 6: GKCH agar [17]

Kvasničný autolyzát	5,0 g
Chloramfenikol	0,1 g
Glukóza	20,0 g
Agar	11,0 g
pH	6,6 ± 0,2

K testování vlivu přítomnosti hotového výrobku na růst vybraných mikroorganismů při plotnovém testu byl použit sladinový agar. Jeho složení je popsáno v Tabulce 7.

Po krátkém rozvaření sladinového agaru se sterilizuje v autoklávu 15 minut při 121 °C [17].

Tabulka 7: Sladinový agar [17]

Pivovarská sladina ředěná na 7 ° dle Ballinga	1 000 ml
Agar	20 g
pH	4,0 ± 0,2

3.1.5 Mikroorganismy

Pichia fermentas, CCY: 39-4-2

Hanseniaspora uvarum, CCY: 46-3-2

Aspergillus niger, CCM: F-384

Penicillium chrysogenum, CCM: F-487

3.2 Chemická analýza

V rámci chemické analýzy byla sledována refrakce, obsah soli a kyselin, pH, barva a konzistence.

3.2.1 Stanovení refrakce

3.2.1.1 Postup

Po zapnutí refraktometru byla provedena kontrola nulového bodu. Naměřená hodnota musí být v mezích přístroje ($\pm 0,05$ Brix). Po nastavení nulového bodu bylo provedeno měření vzorků kečupů.

3.2.2 Kontrola obsahu NaCl

3.2.2.1 Princip

Pro stanovení obsahu NaCl ve vzorku se využívá srážecí titrace – argentometrie. Při titraci dochází k vzájemné reakci halogenidu Cl^- a kationtu Ag^+ za tvorby málo rozpustného chloridu stříbra AgCl [18].

3.2.2.2 Postup

Na vahách bylo odváženo přibližně 5 g vzorku. Na titrátoru byl zvolen program na měření soli a hmotnost byla převedena do paměti titrátoru. Hmotnost na váze musí být shodná s hodnotou na titrátoru. Vzorek byl dolit do cca 50 ml destilovanou vodou, připevněn k titračnímu zařízení a byla spuštěna titrace. Titrováno bylo roztokem 0,1 M AgNO_3 .

3.2.3 Kontrola obsahu kyselin

3.2.3.1 Postup

Na vahách bylo odváženo přibližně 5 g vzorku. Na titrátoru byl zvolen program na měření kyseliny octové a hmotnost byla převedena do paměti titrátoru. Hmotnost na váze musí být shodná s hodnotou na titrátoru. Vzorek byl dolit do cca 50 ml destilovanou vodou, připevněn k titračnímu zařízení a byla spuštěna titrace. Titrováno bylo roztokem 0,1 M NaOH.

3.2.4 Stanovení pH

3.2.4.1 Postup

Do kádinky bylo nalito cca 150 ml vzorku o pokojové teplotě. Do vzorku byla ponořena měřící elektroda a z displeje byla odečtena hodnota pH.

3.2.5 Měření barvy

3.2.5.1 Princip

Barva vzorků kečupů se analyzuje pomocí kolorimetru, který zaznamenává hodnoty L^* , a^* a b^* (od bílé k černé, od zelené k červené a od modré ke žluté) [19].

3.2.5.2 Postup

Do měřicí nádobky byl připraven vzorek, který byl přiklopen černou nádobkou, a poté bylo provedeno měření.

3.2.6 Měření konzistence

3.2.6.1 Postup

Nádobka byla naplněna kečupem a zarovnána. Pak byla otevřena záklapka a po 2 minutách bylo provedeno vyhodnocení. Ze stupnice byla odečtena dosažená hodnota. Obrázek 2 zobrazuje Bostwick konzistometr, kterým se konzistence měří.



Obrázek 2: Bostwick konzistometr [20]

3.3 Mikrobiologická analýza

V rámci mikrobiologické analýzy bylo provedeno stanovení mikrobiologické nezávadnosti hotového výrobku. Potom byl sledován vliv teploty prostředí na skladování kečupu. Následně pak byla provedena kontaminace hotového výrobku mikroorganismy, přičemž byl sledován i vliv přítomnosti hotového výrobku na růst vybraných mikroorganismů při plotnovém testu.

3.3.1 Stanovení mikrobiologické nezávadnosti hotového výrobku

Bylo připraveno 300 ml živného média GTK a 300 ml GKCH. Živná média byla vysterilována. Bylo naváženo 10 g kečupu do 90 ml sterilní vody v Erlenmeyerově baňce a směs byla důkladně protřepána. Z Erlenmeyerovy baňky byl odpipetován 1 ml do 9 ml sterilní vody ve zkumavce. Do dvanácti označených Petriho misek bylo nadávkováno po 1 ml naředěného kečupu ze zkumavky. Polovina vzorků byla naočkována přelivem GTK a polovina GKCH agarem ochlazeným cca na 40 °C. Po ztuhnutí média byly Petriho misky obráceny dnem vzhůru a byly ponechány ke kultivaci po dobu šesti dní při 25 °C a 37 °C.

3.3.2 Vliv teploty prostředí na skladování kečupu

Do dvou Petriho misek byla nadávkována vrstva každého vzorku kečupu. Jedna Petriho miska byla ponechána ke kultivaci po dobu 14 dní při laboratorní teplotě a druhá miska po dobu 14 dní v lednici.

3.3.3 Kontaminace hotového výrobku mikroorganismy

Z vybraných mikroorganismů (*Aspergillus niger* a *Penicillium chrysogenum*) byla připravena suspenze v destilované vodě. Do Petriho misky byla nadávkována vrstva kečupu, která byla kontaminována připravenou suspenzí. Misky byly ponechány ke kultivaci při 25 °C po dobu šesti dní.

3.3.4 Vliv přítomnosti hotového výrobku na růst vybraných mikroorganismů při plotnovém testu

Kvasinky *Pichia fermentans* a *Hanseniaspora uvarum* byly použity na přípravu suspenze v destilované vodě. Do Petriho misek bylo nadávkováno po 1 ml suspenze, která byla přelita sladinovým agarem. Po ztuhnutí média byl nadávkován doprostřed Petriho misky kečup. Misky byly ponechány ke kultivaci při 25 °C po dobu šesti dní.

Celý postup se zopakoval i pro plísně *Aspergillus niger* a *Penicillium chrysogenum*.

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Stanovení chemických parametrů kečupu bylo provedeno v laboratoři společnosti, která vyrábí tuto potravinářskou komoditu v České republice, a mikrobiologické testování hotových výrobků bylo provedeno v laboratořích Fakulty chemické VUT v Brně.

4.1 Výsledky chemické analýzy

V rámci chemické analýzy byla sledována refraktometrická sušina, obsah soli, obsah kyselin, pH, barva a konzistence.

4.1.1 Refraktometrická sušina

Výrobek označený jako kečup musí obsahovat nejméně 25 % refraktometrické sušiny, z čehož nejméně 7 % musí činit refraktometrická sušina vnesená rajčatovou surovinou [5]. V Tabulce 8 jsou uvedeny naměřené hodnoty refraktometrické sušiny pro jednotlivé šarže před ukončením technologického procesu výroby kečupu.

Tabulka 8: Naměřené hodnoty refraktometrické sušiny

Číslo šarže	Rf [%]	Číslo šarže	Rf [%]
1	25,99	21	25,55
2	25,80	22	25,68
3	25,66	23	26,00
4	25,31	24	25,99
5	25,84	25	25,92
6	25,65	26	25,71
7	25,67	27	25,96
8	25,60	28	25,62
9	25,57	29	25,71
10	25,53	30	25,72
11	25,58	31	25,92
12	25,65	32	25,93
13	25,21	33	25,88
14	25,53	34	25,99
15	25,58	35	25,75
16	25,70	36	26,00
17	25,72	37	25,99
18	25,72	38	25,95
19	25,83	39	25,61
20	25,75	40	25,49

Z naměřených hodnot refraktometrické sušiny je zřejmé, že ani jedna šarže kečupu neobsahovala méně než 25 % refraktometrické sušiny. Naměřené hodnoty tedy vyhovovaly požadovaným hodnotám a kečup bylo možné podrobit plnění do obalů a následné expedici.

4.1.2 Obsah soli

Výrobek označený jako kečup musí obsahovat nejvýše 3,5 % soli [5]. Výsledky stanovení obsahu soli v kečupu pro čtyřicet šarží jsou uvedeny v Tabulce 9.

Tabulka 9: Naměřené hodnoty obsahu soli

Číslo šarže	Sůl [%]	Číslo šarže	Sůl [%]
1	1,92	21	1,85
2	1,88	22	1,87
3	1,87	23	1,91
4	1,86	24	1,87
5	2,25	25	1,88
6	2,41	26	1,90
7	2,45	27	2,12
8	2,09	28	2,08
9	2,21	29	2,07
10	2,04	30	2,18
11	1,94	31	2,12
12	1,84	32	2,06
13	1,85	33	2,12
14	1,91	34	2,11
15	1,94	35	2,37
16	1,86	36	2,02
17	1,87	37	1,94
18	1,88	38	1,89
19	1,89	39	1,88
20	1,87	40	1,87

Z naměřených hodnot obsahu soli je zřejmé, že ani jedna šarže kečupu neobsahovala více než 3,5 % soli. Minimální hodnota obsahu soli není stanovena. Naměřené hodnoty tedy vyhovovaly požadovaným hodnotám a kečup bylo možné podrobit plnění do obalů a následné expedici.

4.1.3 Obsah kyselin

Výrobek označený jako kečup musí obsahovat nejvýše 2,2 % kyselin [5]. Výsledky měření obsahu kyselin jsou shrnuty v Tabulce 10.

Tabulka 10: Naměřené hodnoty obsahu kyselin

Číslo šarže	Kyselost [%]	Číslo šarže	Kyselost [%]
1	0,84	21	0,85
2	0,84	22	0,83
3	0,83	23	0,84
4	0,85	24	0,92
5	0,84	25	0,87
6	0,80	26	0,82
7	0,79	27	0,84
8	0,82	28	0,86
9	0,86	29	0,86
10	0,87	30	0,84
11	0,87	31	0,85
12	0,86	32	0,86
13	0,84	33	0,86
14	0,85	34	0,87
15	0,86	35	0,87
16	0,86	36	0,85
17	0,87	37	0,83
18	0,87	38	0,84
19	0,85	39	0,81
20	0,85	40	0,87

Ani jedna šarže kečupu neobsahovala více než 2,2 % kyselin, což je vidět z naměřených hodnot obsahu kyselin. Minimální hodnota obsahu kyselin není stanovena. Naměřené hodnoty tedy vyhovovaly požadovaným hodnotám a kečup bylo možné podrobit plnění do obalů a následné expedici.

4.1.4 pH

U výrobku označeného jako kečup nesmí hodnota pH překročit hodnotu 4,1. V Tabulce 11 jsou uvedeny naměřené hodnoty pH pro čtyřicet šarží.

Tabulka 11: Naměřené hodnoty pH

Číslo šarže	pH	Číslo šarže	pH
1	4,00	21	4,04
2	4,08	22	4,04
3	4,05	23	4,05
4	4,04	24	4,04
5	4,01	25	4,04
6	4,02	26	4,05
7	4,03	27	4,05
8	4,05	28	4,06
9	4,08	29	4,01
10	4,00	30	4,02
11	4,00	31	4,09
12	4,00	32	4,05
13	4,04	33	4,04
14	4,04	34	4,04
15	4,04	35	4,04
16	4,01	36	4,06
17	4,03	37	4,05
18	4,04	38	4,01
19	4,04	39	4,02
20	4,04	40	4,04

Z naměřených hodnot pH je zřejmé, že ani jedna šarže kečupu nepřekročila hodnotu pH 4,1. Naměřené hodnoty tedy vyhovovaly požadovaným hodnotám a kečup bylo možné podrobit plnění do obalů a následné expedici.

4.1.5 Barva

Barva kečupu by měla být červená až hnědočervená. Pokud je barva jiná, signalizuje to buď málo kvalitní suroviny (například protlak z nevyzrálých rajčat), nebo použití nevhodné technologie [21]. Z pohledu konzumenta je výhodné kupovat kečup ve skle, skrz které jde vidět intenzita zbarvení.

Barvu lze vyjádřit jako podíl koeficientů a^* a b^* . Výsledky stanovení barvy pro čtyřicet šarží jsou uvedeny v Tabulce 12.

Tabulka 12: Naměřené hodnoty barvy

Číslo šarže	Barva	Číslo šarže	Barva
1	1,9	21	1,9
2	2,0	22	1,9
3	1,9	23	2,0
4	2,0	24	2,0
5	1,9	25	1,9
6	2,0	26	2,0
7	2,0	27	1,9
8	2,0	28	1,9
9	2,0	29	1,9
10	2,0	30	1,9
11	2,0	31	1,8
12	2,0	32	1,9
13	2,0	33	1,9
14	2,0	34	1,9
15	2,0	35	1,9
16	2,0	36	1,9
17	2,0	37	1,9
18	2,0	38	1,9
19	2,0	39	1,9
20	1,9	40	1,9

Barva kečupu by měla být červená až hnědočervená, žádná číselná hodnota pro barvu kečupu není stanovena. Optimální hodnota pro barvu kečupu se ovšem pohybuje v rozmezí 1,8 až 2,2, což naměřené hodnoty splňovaly.

4.1.6 Konzistence

Konzistence kečupu je významnou vlastností z technologického hlediska a také pro konzumenta. Pro stanovení konzistence byla použita metoda Bostwick, při které dochází k rychlému vylití definovaného množství produktu a měření délky roztékání, které jsou uvedeny v Tabulce 13.

Tabulka 13: Naměřené hodnoty konzistence

Číslo šarže	Konzistence [cm]	Číslo šarže	Konzistence [cm]
1	5,5	21	5,6
2	5,6	22	5,6
3	5,6	23	5,7
4	5,8	24	5,5
5	5,7	25	5,6
6	5,7	26	5,7
7	5,8	27	5,5
8	5,8	28	5,4
9	5,6	29	5,7
10	5,7	30	5,5
11	5,5	31	5,4
12	5,6	32	5,6
13	5,5	33	5,6
14	5,5	34	5,5
15	5,4	35	5,6
16	5,4	36	5,0
17	5,5	37	5,1
18	5,6	38	5,0
19	5,6	39	4,9
20	5,5	40	5,0

Minimální ani maximální hodnoty pro délku roztékání kečupu nejsou stanoveny. Optimální hodnota se však pohybuje kolem 7 cm. Kečup by tedy neměl být ani moc řídký, ani moc hustý. Pro zahuštění kečupů se používají škroby, které zároveň slouží jako stabilizátory.

4.2 Mikrobiologická analýza

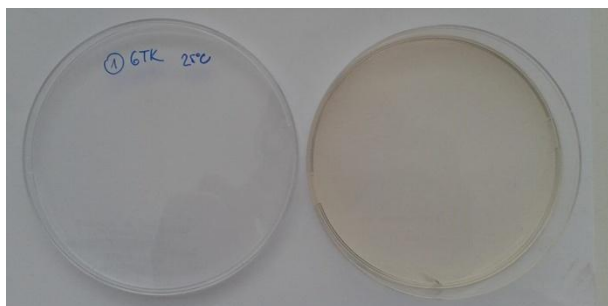
V rámci mikrobiologické analýzy byly provedeny následující experimenty: stanovení mikrobiologické nezávadnosti hotového výrobku, vliv teploty prostředí na skladování kečupu, kontaminace hotového výrobku mikroorganismy a vliv přítomnosti hotového výrobku na růst vybraných mikroorganismů při plotnovém testu.

4.2.1 Stanovení mikrobiologické nezávadnosti hotového výrobku

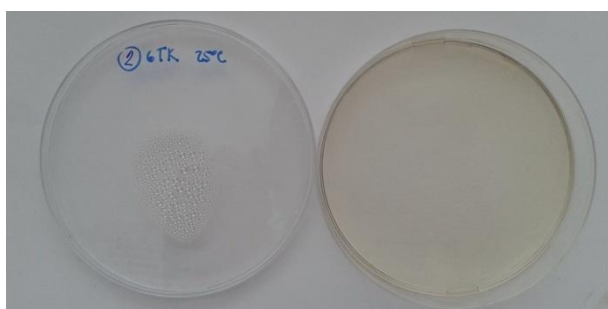
Ve vybraných kečupech byl sledován celkový počet mikroorganismů, kvasinek a plísň. Do Petriho misek byl nadávkován 1 ml naředěného kečupu, který byl naočkován přelivem ochlazeným GTK nebo GKCH agarem. Kultivace probíhala při 25 °C a při 37 °C po dobu šesti dní.

Ke stanovení celkového počtu mikroorganismů byl použit GTK agar. Obrázek 3, Obrázek 4 a Obrázek 5 znázorňují vybrané kečupy naočkované přelivem GTK agarem po kultivaci, která probíhala při 25 °C. Jak je vidět na obrázcích, na agarových plotnách nebyl detekován žádný mikroorganismus ani u jednoho z testovaných výrobků.

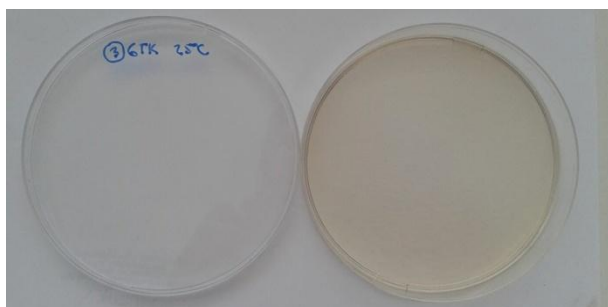
K nárůstu mikroorganismů nedošlo na agarových plotnách ani po kultivaci při 37 °C.



Obrázek 3: Vzorek 1 naočkováný přelivem GTK agarem



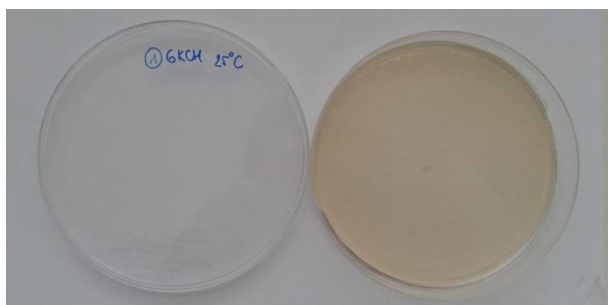
Obrázek 4: Vzorek 2 naočkováný přelivem GTK agarem



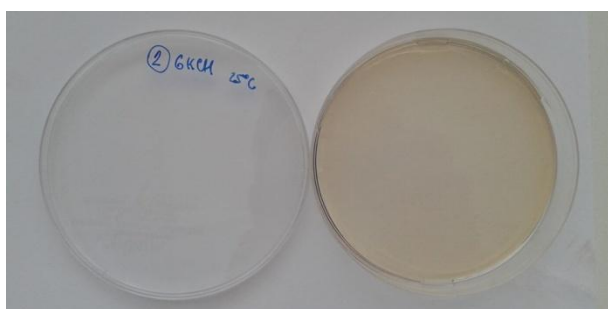
Obrázek 5: Vzorek 3 naočkováný přelivem GTK agarem

Ke stanovení počtu kvasinek a plísni byl použit GKCH agar. Obrázek 6, Obrázek 7 a Obrázek 8 znázorňují vybrané kečupy naočkované přelivem GKCH agarem po kultivaci, která probíhala při 25 °C. Z těchto obrázků je vidět, že na agarových plotnách nebyly detekovány žádné kvasinky ani plísně.

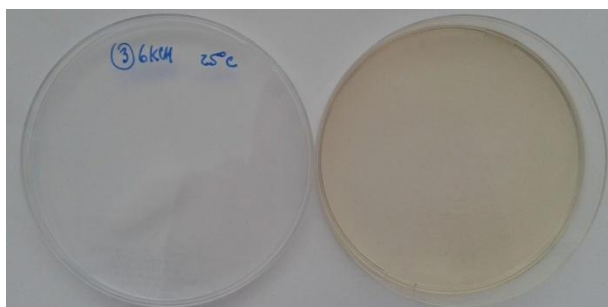
K nárůstu kvasinek a plísni nedošlo na agarových plotnách ani po kultivaci při 37 °C.



Obrázek 6: Vzorek 1 naočkovaný přelivem GKCH agarem



Obrázek 7: Vzorek 2 naočkovaný přelivem GKCH agarem

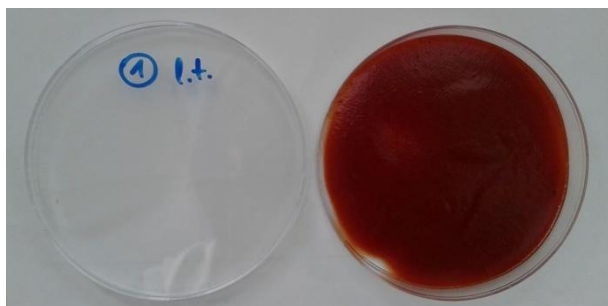


Obrázek 8: Vzorek 3 naočkovaný přelivem GKCH agarem

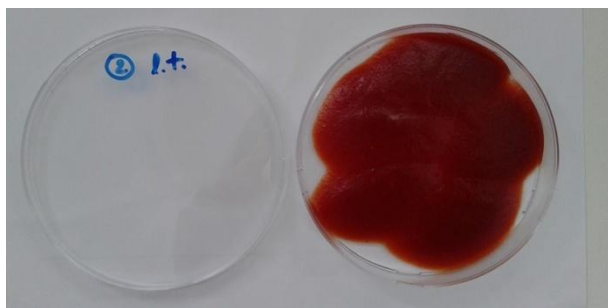
4.2.2 Vliv teploty prostředí na skladování kečupu

Každý ze třech kečupů byl skladován jak při laboratorní teplotě, tak v lednici, a to po dobu čtrnácti dní.

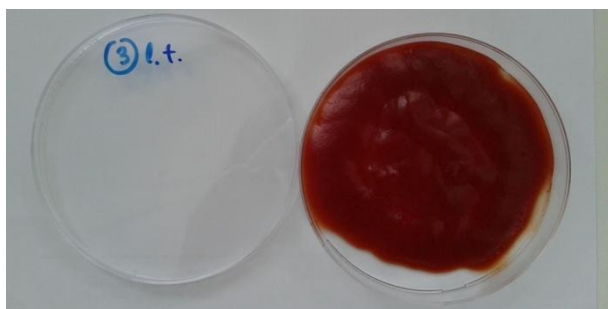
Při vizuálním posouzení kečupů, které byly skladovány při laboratorní teplotě, nebyl zaznamenán nárůst žádného mikroorganismu, což je vidět na Obrázku 9, Obrázku 10 a Obrázku 11. Kečup měl charakteristickou vůni, ovšem u něj došlo k odpaření vody, a kečup tak ztratil svoji charakteristickou konzistenci.



Obrázek 9: Vzorek 1 skladovaný při laboratorní teplotě

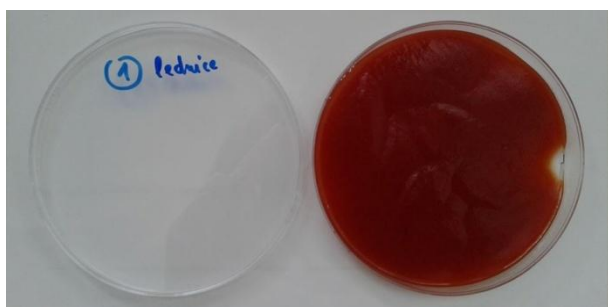


Obrázek 10: Vzorek 2 skladovaný při laboratorní teplotě



Obrázek 11: Vzorek 3 skladovaný při laboratorní teplotě

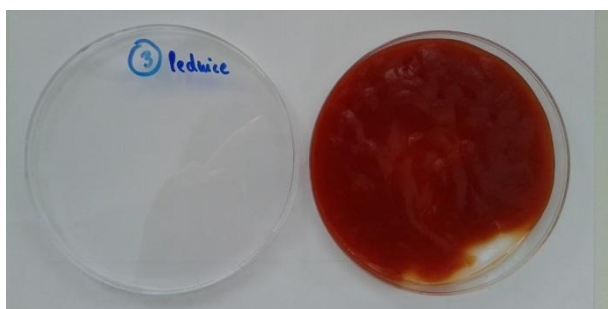
Při vizuálním posouzení kečupů, které byly skladovány v lednici, nebyly zaznamenány žádné změny. Na povrchu nedošlo k nárůstu žádného mikroorganismu, což je patrné z Obrázku 12, Obrázku 13 a Obrázku 14. Kečup měl charakteristickou vůni i konzistenci.



Obrázek 12: Vzorek 1 skladovaný v lednici



Obrázek 13: Vzorek 2 skladovaný v lednici

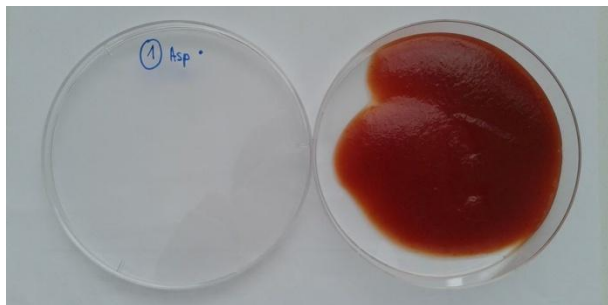


Obrázek 14: Vzorek 3 skladovaný v lednici

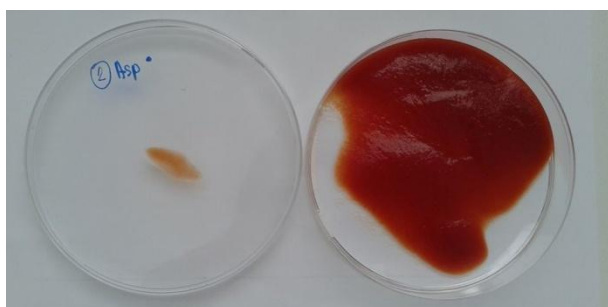
4.2.3 Kontaminace hotového výrobku mikroorganismy

Každý ze třech kečupů byl kontaminován plísní *Aspergillus niger*. Kultivace probíhala při 25 °C po dobu šesti dní.

Při vizuálním posouzení bylo zřejmé, že po kontaminaci vybraných kečupů plísní *Aspergillus niger* nedošlo k nárůstu uvedeného mikroorganismu ani u jednoho z testovaných vzorků, což je patrné z Obrázku 15, Obrázku 16 a Obrázku 17.



Obrázek 15: Vzorek 1 kontaminovaný plísní *Aspergillus niger*



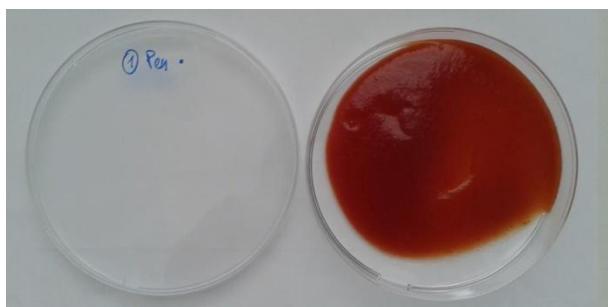
Obrázek 16: Vzorek 2 kontaminovaný plísní *Aspergillus niger*



Obrázek 17: Vzorek 3 kontaminovaný plísní *Aspergillus niger*

Každý ze třech kečupů byl také kontaminován plísní *Penicillium chrysogenum*. Kultivace probíhala při 25 °C po dobu šesti dní.

Při vizuálním posouzení bylo patrné, že po kontaminaci vybraných kečupů plísní *Penicillium chrysogenum* taktéž nedošlo k nárůstu uvedeného mikroorganismu, což je vidět na Obrázku 18, Obrázku 19 a Obrázku 20.



Obrázek 18: Vzorek 1 kontaminovaný plísní *Penicillium chrysogenum*



Obrázek 19: Vzorek 2 kontaminovaný plísní *Penicillium chrysogenum*



Obrázek 20: Vzorek 3 kontaminovaný plísní *Penicillium chrysogenum*

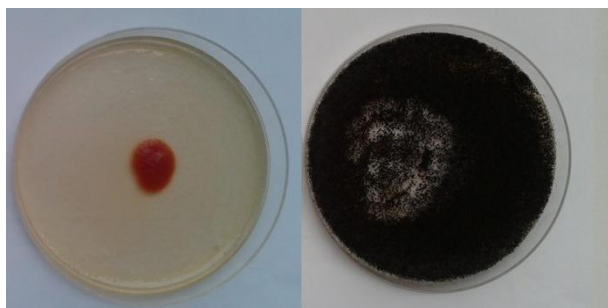
To, že nedošlo k nárůstu plísní *Aspergillus niger* a *Penicillium chrysogenum*, se dalo očekávat u vzorku 1 a 3, jelikož u nich výrobce deklaruje přítomnost konzervantu sorbanu draselného, který zabraňuje šíření plísní v potravinách [22]. Nárůst plísně se však dal očekávat u vzorku 2, jelikož u něj výrobce nedeklaruje přítomnost žádného konzervantu.

4.2.4 Vliv přítomnosti hotového výrobku na růst vybraných mikroorganismů při plotnovém testu

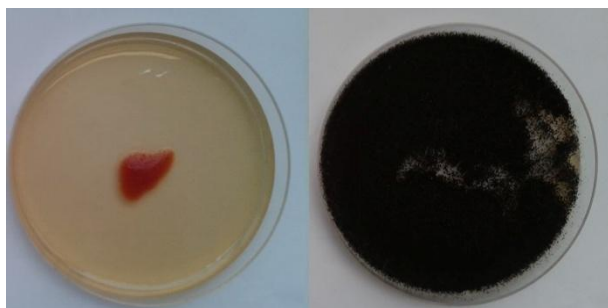
Pokus byl proveden aplikací hotového výrobku na pevné živné médium s naočkovaným mikroorganismem.

Na Obrázku 21, Obrázku 22 a Obrázku 23 je vidět, že po aplikaci všech tří kečupů na pevné živné médium s naočkovanou plísní *Aspergillus niger* došlo k nárůstu daného mikroorganismu po celé ploše živného média, včetně naneseného hotového výrobku.

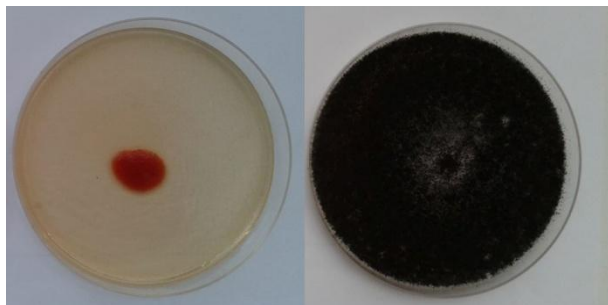
Na levé polovině obrázku je vždy znázorněn kečup aplikovaný na živném médiu s naočkovanou plísní *Aspergillus niger* před kultivací a na polovině pravé po kultivaci, která trvala šest dní při 25 °C.



Obrázek 21: Vzorek 1 na živném médiu s naočkovanou plísní *Aspergillus niger*



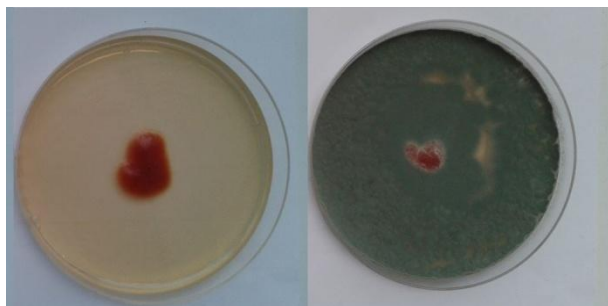
Obrázek 22: Vzorek 2 na živném médiu s naočkovanou plísní *Aspergillus niger*



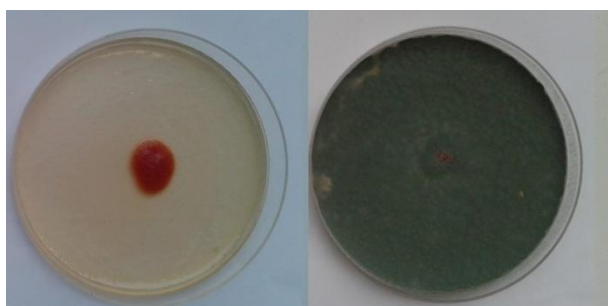
Obrázek 23: Vzorek 3 na živném médiu s naočkovanou plísní *Aspergillus niger*

Z Obrázku 24, Obrázku 25 a Obrázku 26 je zřejmé, že po aplikaci všech tří kečupů na pevné živné médium s naočkovanou plísní *Penicillium chrysogenum* došlo k nárůstu daného mikroorganismu po celé ploše živného média a z části také na naneseném hotovém výrobku.

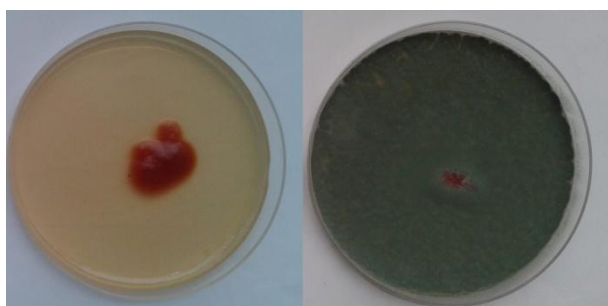
Na levé polovině obrázku je vždy znázorněn kečup aplikovaný na živném médiu s naočkovanou plísní *Penicillium chrysogenum* před kultivací a na polovině pravé po kultivaci, která trvala šest dní při 25 °C.



Obrázek 24: Vzorek 1 na živném médiu s naočkovanou plísní *Penicillium chrysogenum*



Obrázek 25: Vzorek 2 na živném médiu s naočkovanou plísní *Penicillium chrysogenum*

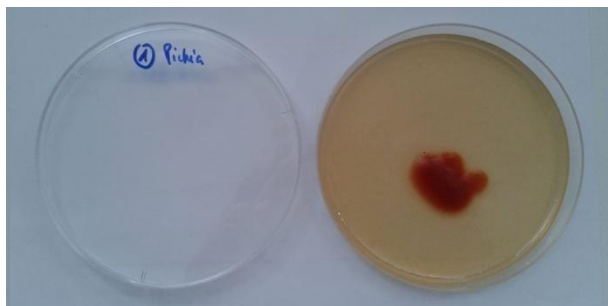


Obrázek 26: Vzorek 3 na živném médiu s naočkovanou plísní *Penicillium chrysogenum*

Nárůst plísně na naneseném hotovém výrobku byl očekáván u vzorku 2, jelikož u něj výrobce nedeklaruje přítomnost žádného konzervantu. Ovšem u vzorku 1 a 3 bylo očekáváno, že k nárůstu plísně na naneseném hotovém výrobku nedojde, jelikož výrobce deklaruje přítomnost konzervantu sorbanu draselného, který zabraňuje šíření plísní v potravinách [22].

Po aplikaci všech tří kečupů na pevné živné médium, ve kterém byla naočkovaná kvasinka *Pichia fermentas* nebo *Hanseniaspora uvarum*, nedošlo k nárůstu daného mikroorganismu ani na ploše živného média, ani na naneseném hotovém výrobku.

Na Obrázku 27, Obrázku 28 a Obrázku 29 jsou znázorněny vybrané kečupy, které byly aplikovány na pevné živné médium s naočkovanou kvasinkou *Pichia fermentas*, po šestidenní kultivaci při 25 °C.



Obrázek 27: Vzorek 1 na živném médiu s naočkovanou kvasinkou *Pichia fermentas*

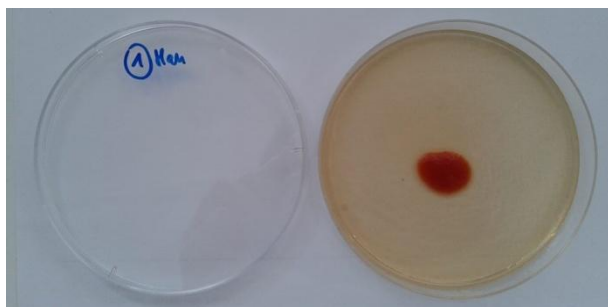


Obrázek 28: Vzorek 2 na živném médiu s naočkovanou kvasinkou *Pichia fermentas*

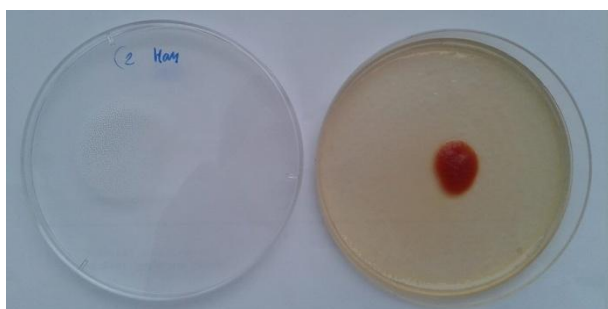


Obrázek 29: Vzorek 3 na živném médiu s naočkovanou kvasinkou *Pichia fermentas*

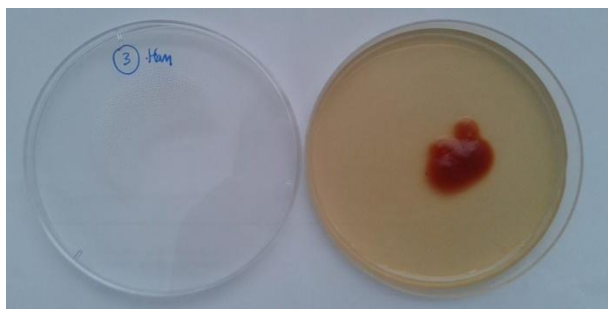
Na Obrázku 30, Obrázku 31 a Obrázku 32 jsou znázorněny vybrané kečupy, které byly aplikovány na pevné živné médium s naočkovanou kvasinkou *Hanseniaspora uvarum*, po šestidenní kultivaci při 25 °C.



Obrázek 30: Vzorek 1 na živném médiu s naočkovanou kvasinkou *Hanseniaspora uvarum*



Obrázek 31: Vzorek 2 na živném médiu s naočkovanou kvasinkou *Hanseniaspora uvarum*



Obrázek 32: Vzorek 3 na živném médiu s naočkovanou kvasinkou *Hanseniaspora uvarum*

To, že nedošlo k nárůstu uvedených mikroorganismů, se dalo očekávat u vzorku 1 a 3, jelikož u nich výrobce deklaruje přítomnost konzervantu sorbanu draselného, který zabraňuje nejen šíření plísní v potravinách, ale také šíření kvasinek [22]. Nárůst kvasinek se však dal očekávat u vzorku 2, jelikož u něj výrobce nedeklaruje přítomnost žádného konzervantu.

5 ZÁVĚR

V teoretické části této bakalářské práce byl vypracován přehled o dělení, látkovém složení a zpracování zeleniny a o mikrobiální kontaminaci kečupu.

Experimentální část bakalářské práce byla rozdělena na dvě části, a to chemickou a mikrobiologickou analýzu. Cílem první části bylo stanovit parametry kečupu, které se provádí v laboratoři výrobního podniku před plněním do obalů. Cílem druhé části bylo testování přítomnosti konzervačních látek ve vybraných kečupech, které bylo provedeno v laboratořích Fakulty chemické VUT v Brně.

Mezi stanovované parametry chemické analýzy patří obsah refraktometrické sušiny, soli, kyselin, stanovení hodnoty pH, barvy a konzistence. Průměrný obsah refraktometrické sušiny u sledovaných vzorků je 25,73 %. Obsah soli je v průměru 2,00 % a obsah kyselin 0,85 %. Hodnota pH se pohybuje v průměru kolem 4,04. U barvy se podíl koeficientů a^* a b^* pohybuje v průměru kolem 1,95 a průměrná délka roztékání je 5,51 cm.

Výsledky získané v laboratoři výrobního podniku vyhovovaly požadovaným hodnotám a potvrdily jak kvalitu vstupních surovin, tak i správnou výrobní a laboratorní praxi v daném výrobním zařízení.

Mikrobiologická analýza byla provedena hlavně z důvodu, že dva ze tří testovaných kečupů byly plněny do obalů za studena. Dalším důvodem bylo, že výrobce deklaroval přítomnost konzervantu sorbanu draselného pouze u dvou ze tří testovaných kečupů.

V rámci mikrobiologické analýzy bylo provedeno stanovení mikrobiologické nezávadnosti hotového výrobku, vliv teploty prostředí na skladování kečupu, kontaminace hotového výrobku mikroorganismy a vliv přítomnosti hotového výrobku na růst vybraných mikroorganismů při plotnovém testu.

Při sledování mikrobiologické nezávadnosti hotového výrobku nebyl ani v jednom případě detekován nárůst žádného mikroorganismu. Při sledování vlivu teploty prostředí na skladování kečupu nedošlo k nárůstu žádného mikroorganismu jak u kečupů skladovaných při laboratorní teplotě, tak u kečupů skladovaných v lednici. Z tohoto pokusu vyšly celkově lépe kečupy skladované v lednici, jelikož u nich zůstala zachována charakteristická vůně i konzistence. U kečupů skladovaných při laboratorní teplotě zůstala zachována charakteristická vůně, ale konzistence nikoli. Po kontaminaci hotového výrobku mikroorganismy nebyl zaznamenán nárůst žádného mikroorganismu ani u jednoho z testovaných vzorků. V případě aplikace kečupu na pevné živné médium s naočkovanými plísněmi došlo k nárůstu daných mikroorganismů po celé ploše živného média, ovšem po aplikaci kečupu na pevné živné médium s naočkovanými kvasinkami k nárůstu mikroorganismů nedošlo.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] PETŘÍKOVÁ, Kristína. *Zelenina: pěstování, ekonomika, prodej*. Praha: Profi Press, 2006, 240 s. ISBN 80-867-2620-7.
- [2] MALEŘ, Josef. *Zpracování ovoce a zeleniny*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1994, 36 s. ISBN 80-710-5079-2.
- [3] DOBIÁŠ, Jaroslav. *Technologie zpracování ovoce a zeleniny II: Sylabus textů k přednáškám*. Praha: VŠCHT, 2004, 226 s.
- [4] Jak zlepšit výživovou hodnotu kečupu. *Vím, co jím* [online]. 1. 4. 2014 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: http://www.vimcojim.cz/cs/spotrebitel/zdrava-vyziva/vyvazena-strava/Jak-zlepsit-vyzivovou-hodnotu-kecupu__s638x8257.html
- [5] Příloha č. 6: Fyzikální a chemické požadavky na jakost. In: *Sbírka zákonů č. 157/2003*. 2003. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1006197&docType=ART&nid=11816>
- [6] Rajče. *Recepty online* [online]. [2015] [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.srecepty.cz/ingredience/rajce>
- [7] BALAŠTÍK, Jaroslav. *Konzervace ovoce a zeleniny*. Praha: SNTL, 1975, 336 s.
- [8] KYZLINK, Vladimír. *Teoretické základy konzervace potravin*. Praha: SNTL, 1988, 512 s.
- [9] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1. Rozš. a přeprac. 3. vyd.* Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [10] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 2. Rozš. a přeprac. 3. vyd.* Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [11] KADLEC, Pavel. *Technologie potravin I*. Praha: VŠCHT, 2002, 300 s. ISBN 80-708-0509-9.
- [12] DOBIÁŠ, Jaroslav. *Technologie zpracování ovoce a zeleniny I: Sylabus textů k přednáškám*. Praha: VŠCHT, 2004, 152 s.
- [13] DRDÁK, Milan. *Technológia rastlinných neúdržných potravín*. Bratislava: Alfa, 1989, 304 s. ISBN 80-050-0121-5.
- [14] BJÖRKROTH, Johanna a Hannu KORKEALA. Lactobacillus fructivorans Spoilage of Tomato Ketchup. *Journal of food protection* [online]. 1997, roč. 60, č. 5 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/554/tomato_ketchup_occ_r.pdf?sequence=2

- [15] ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. oprav. a dopl. vyd. Praha: Academia, 2002, 363 s. ISBN 80-200-1024-6.
- [16] GÖRNER, Fridrich a Ľubomír VALÍK. *Aplikovaná mikrobiológia požívatín: princípy mikrobiológie požívatín, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho povodu, ktorých zárodky sú prenášané požívatínami*. Bratislava: Malé centrum, 2004, 528 s. ISBN 80-967-0649-7.
- [17] VESELÁ, Mária a Milan DRDÁK. *Praktikum z obecné mikrobiologie*. Brno: Vysoké učení technické, 1998, 82 s. ISBN 80-214-1108-2.
- [18] ŠIMEK, Zdeněk, Renata KOMENDOVÁ, Ivan MAŠEK a Petr VOZNICA. *Kvantitativní analýza: Vybrané postupy gravimetrie, volumetrie, optických, elektrochemických a separačních metod: Praktikum z analytické chemie I, II*. 2. přeprac. vyd. Brno: Fakulta chemická VUT, 2003, 54 s.
- [19] SIT, Nandan, Sudip MISRA, Devastuti BARUAH, Laxmikant S. BADWAIK a Sankar C. DEKA. Physicochemical properties of taro and maize starch and their effect on texture, colour and sensory quality of tomato ketchup. *Starch - Stärke* [online]. 2014, vol. 66, 3-4, s. 294-302 [cit. 2015-03-26]. DOI: 10.1002/star.201300120. Dostupné z: <http://www.webofknowledge.com>
- [20] Consistometer. *Cole-Parmer* [online]. © 2015 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: http://www.coleparmer.com/Product/Consistometer_75_mL_Sample_Size_240_mm_Length/EW-59950-00
- [21] Hořčice a kečupy: bezpečné skladování. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 9. 8. 2010 [cit. 2014-12-07]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/horcice-a-kecupy-bezpecne-skladovani.aspx>
- [22] Sorban draselný. *Zdravá potravina* [online]. [2015] [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.zdravapotravina.cz/seznam-ecek/E202>

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

tzv.	takzvaný
např.	například
aj.	a jiný
m. j.	mezinárodní jednotka
max.	maximum
tj.	to jest
atd.	a tak dále
cca	circa
resp.	respektive
GTK	agar s glukózou, tryptonem a kvasničným extraktem
GKCH	agar s glukózou, kvasničným extraktem a chloramfenikolem
CCY	Culture Collection of Yeasts
CCM	Czech Collection of Microorganismus